



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA  
SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**“VARIANTES ANATÓMICAS DEL POLÍGONO DE WILLIS  
MEDIANTE ANGIORRESONANCIA CEREBRAL EN  
PACIENTES ATENDIDOS EN EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO  
POR IMÁGENES TOMONORTE - 2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO  
TECNÓLOGO MÉDICO EN EL ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**CESAR OMAR RUIZ VERA**

**ASESOR:**

**Mg. T.M. KATHERINE CUETO TORRES**

**Trujillo - Perú**

**2017**

# HOJA DE APROBACIÓN

CESAR OMAR RUIZ VERA

**“VARIANTES ANATÓMICAS DEL POLÍGONO DE WILLIS MEDIANTE  
ANGIORRESONANCIA CEREBRAL EN PACIENTES ATENDIDOS EN  
EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES TOMONORTE - 2016”**

Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del título de  
Licenciado en Tecnología Médica en el área de Radiología por la  
Universidad Alas Peruanas.

---

---

---

TRUJILLO – PERÚ

2017

Se Dedicar este Trabajo:

A DIOS, quien me guió por el camino del bien y me dio fortaleza para llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional, cumpliendo así una de mis anheladas metas.

A MIS QUERIDOS PADRES, siendo mi gran apoyo en todo momento, gracias por sus consejos, comprensión, ayuda y sacrificio que realizaron para poder estudiar. Les estaré agradecido por toda la vida.

A MI HERMANA, por ayudarme en todo momento de mi carrera.

Agradecer sinceramente a mi tutor, Mg. T.M. KATHERINE CUETO TORRES; gracias por su dedicación y motivación en todo momento. Ha sido un privilegio contar con su ayuda.

Agradecer también, a la Universidad “ALAS PERUANAS”, que ha sido una fuente de conocimientos a lo largo de toda mi carrera profesional, asimismo a cada uno de los docentes que gracias a sus conocimientos, dedicación y paciencia pude terminar mis estudios con éxito.

Agradecer al Centro de diagnóstico por imágenes TOMONORTE, por brindarme la oportunidad de poder realizar este trabajo de Tesis y comprobar la importancia de esta investigación para que pueda ser de utilidad para las futuras investigaciones.

## RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue determinar la incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis mediante angiorresonancia cerebral, así también determinar las variantes más frecuentes, y el sexo donde se hallen mayor incidencia, en pacientes atendidos en el Centro de Diagnóstico por Imágenes Tomonorte en el año 2016.

El polígono de Willis es el área de unión de varias arterias en la parte inferior del cerebro, está anastomosis vasculares mantienen una perfusión cerebral adecuada. La importancia de reconocer sus variantes anatómicas radica en que éstas pueden confundirse con hallazgos patológicos. El polígono de Willis y las variantes anatómicas poseen características reconocibles por angiorresonancia magnética, siendo ésta una herramienta fundamental en la valoración de las mismas.

La presente investigación es del tipo descriptivo retrospectivo, no experimental, de corte transversal porque la recolección de la base de datos se realiza en un solo tiempo. La población está conformada por 286 pacientes, con una muestra de 72 pacientes, con una media de 41 años (rango de 8 - 81 años de edad).

Los resultados nos permiten concluir que la incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis mediante angiorresonancia cerebral es de 25.17% de 286 pacientes. La variante anatómica más frecuente se halló en la arteria cerebral posterior y arteria comunicante posterior con un porcentaje de 73.91%, seguido de las arterias vertebrobasilares con un 18.26%, y por último la arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior con 7.83%. El sexo femenino predomina en la incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis con 54.65%, mientras los varones con un menor porcentaje de 45.35%.

**Palabras claves:** Polígono de Willis, variantes anatómicas, angiorresonancia

## ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to determine the incidence of anatomical variants of the Willis polygon by cerebral angioresonance, as well as to determine the most frequent variants and the sex with the highest incidence in patients treated at the Tomonorte Diagnostic Imaging Center in The year 2016.

The Willis polygon is the junction area of several arteries in the lower part of the brain, whereas vascular anastomosis maintains adequate cerebral perfusion. The importance of recognizing their anatomical variants is that they can be confused with pathological findings. The Willis polygon and the anatomical variants have features recognizable by magnetic resonance angiography, which is a fundamental tool in their evaluation.

The present investigation is of the descriptive retrospective, non-experimental cross-sectional type because the collection of the database is carried out in a single time. The population consists of 286 patients, with a sample of 72 patients, with a mean of 41 years (range of 8 - 81 years of age).

The results allow us to conclude that the incidence of anatomical variants of the Willis polygon by cerebral angioresonance is 25.17% of 286 patients. The most frequent anatomic variant was found in the posterior cerebral artery and posterior communicating artery with a percentage of 73.91%, followed by the vertebrobasilar arteries with 18.26%, and finally the anterior cerebral artery and anterior communicating artery with 7.83%. The female gender predominates in the incidence of anatomical variants of the polygon of Willis with 54.65%, while the men with a lower percentage of 45.35%.

**Keywords:** Willis's polygon, anatomical variants, angioresonance

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Incidencia de variantes del polígono de Willis.....	37
Figura N° 2: Variantes más frecuentes del polígono de Willis.....	39
Figura N° 3: Variantes del polígono de Willis según sexo.....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Edad de la muestra.....	36
Tabla N° 2: Incidencia de variantes del polígono de Willis.....	36
Tabla N° 3: Variantes más frecuentes del polígono de Willis.....	38
Tabla N° 4: Variantes del polígono de Willis según sexo.....	40



## ÍNDICE

<b>CARÁTULA</b> .....	01
<b>HOJA DE APROBACIÓN</b> .....	02
<b>DEDICATORIA</b> .....	03
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	04
<b>RESUMEN</b> .....	05
<b>ABSTRACT</b> .....	06
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	07
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	08
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>1: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. Planteamiento del Problema.....	11
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.2.1. Problema principal.....	14
1.2.2. Problemas secundarios.....	14
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo principal.....	14
1.3.2. Objetivos secundarios.....	14
1.4. Justificación.....	15
<b>2: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Bases Teóricas.....	17
2.1.1 Polígono de Willis.....	17
2.1.2 Variantes, clasificación y frecuencia de presentación.....	19
2.1.3 Resonancia magnética.....	22
2.1.4 Angiorresonancia magnética o angiografía por resonancia magnética.....	23
2.2. Antecedentes de la investigación.....	27
<b>3: METODOLOGÍA</b>	
3.1. Tipo de investigación.....	31
3.2. Diseño de investigación.....	31
3.3. Población y muestra de la investigación.....	31
3.3.1. Población.....	31
3.3.2. Muestra.....	31
3.4. Variables, dimensiones e indicadores.....	33
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.6. Método de análisis de datos.....	35
<b>4: RESULTADOS ESTADÍSTICOS</b>	
4.1. Características de la muestra.....	36
4.2. Discusiones de resultados.....	41
4.3. Conclusiones.....	46
4.4. Recomendaciones.....	47
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>ANEXOS</b> .....	51
Solicitud.....	52
Ficha de recolección de datos.....	53

## INTRODUCCIÓN

Las variantes anatómicas en el polígono de Willis es un tema relevante que implica su conocimiento en el profesional de la salud que se dedique al diagnóstico, clínica y cirugía. Su evaluación mediante la angiorresonancia da una ventaja sobre otras técnicas por ser no invasiva, no utilizar radiaciones ionizantes y no depender de un medio de contraste. Un polígono incompleto o hipoplásico en unos de sus componentes podría ocasionar una mala perfusión cerebral en las personas, produciendo síntomas que se pueden asociar desde migrañas hasta infartos cerebrales.

Conociendo que en nuestro país no se ha realizado estudios sobre la evaluación del polígono de Willis mediante angiorresonancia cerebral se optó por investigar y realizar un trabajo de investigación para conocer la variante más común en las personas sometidas a este estudio, estos datos ayudaría al paciente en la toma de decisiones clínicas o quirúrgicas por parte del médico cuando se presente alguna enfermedad cerebral.

Hoy en día la resonancia magnética ha ocupado un lugar muy importante en el diagnóstico de todo tipo de lesiones y patologías debido a los avances científicos y técnicos en esta modalidad de diagnóstico debido a la calidad de sus imágenes que ayuda al médico a tomar una mejor decisión sobre una enfermedad.

# 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

El polígono de Willis o también llamado círculo arterial cerebral es muy variable, más del 30% - 60% de los individuos presenta una disposición diferente a la aceptada como normal <sup>(1,2)</sup>.

Las variantes en el polígono de Willis tienen implicancias clínicas y quirúrgicas. Por ejemplo, una arteria hipoplásica o la falta de una anastomosis pueden comprometer la irrigación del parénquima cerebral, en caso de una obstrucción de un tronco o arriesgar un aumento del área de isquemia en caso de vasoespasmo. El mantenimiento adecuado del flujo sanguíneo a través del círculo arterial no es solo necesario para mantener al cerebro nutrido sino también para prevenir o minimizar los infartos que puedan ocurrir <sup>(1,3)</sup>.

La valoración de la configuración del polígono de Willis en la angiorresonancia podría ser útil para entender la aparición de infarto talámico unilateral, independiente de la etiología. Pudiendo las variaciones del polígono de Willis con hipoplasia/aplasia del segmento P1, P2 o de la arteria comunicante posterior contribuir al riesgo de infarto isquémico agudo del tálamo. Se realizaron estudios de los polígonos de Willis en las que presentaban hipoplasia de la arteria comunicante posterior esto contribuía al infarto de grandes vasos demostrando así la importancia del diámetro y de la longitud de la arteria comunicante posterior después de los clampajes de la arterias en el tratamiento de aneurismas <sup>(4)</sup>.

Algunas anomalías se asocian especialmente con un incremento de la incidencia de aneurismas intracraneanos o de alteraciones del desarrollo del encéfalo, como la holoprocencefalia y la agenesia del cuerpo calloso. Otras veces la presencia de variantes anatómicas arteriales poco frecuentes puede hacer que una arteria quede incluida en un clip, sea coagulada o comprimida por un separador durante la disección quirúrgica. Esto puede determinar la aparición de área de isquémica o infarto con secuelas potencialmente graves. El conocimiento de estas variantes es relevante y necesario con vista al acto quirúrgico ya que a veces no pueden ser anticipadas por los estudios paraclínicos <sup>(5)</sup>.

Los aneurismas intracraneanos son considerados la principal anomalía cerebrovascular corregible quirúrgicamente y son una causa de hemorragia subaracnoidea. Se ha postulado que las variaciones morfológicas de los vasos sanguíneos del polígono de Willis son un factor de riesgo involucrado en la progresión y ruptura de las lesiones aneurismáticas, por lo cual múltiples estudios quirúrgicos, imagenológicos y de autopsia en diferentes grupos raciales y étnicos han establecido su asociación <sup>(6)</sup>.

Con un polígono de Willis incompleto, sobre todo con variantes en el sector posterior están asociadas significativamente a las migrañas ya estas personas afectadas con esta enfermedad presentan un aumento de variaciones del círculo arterial cerebral en comparación con la población general <sup>(4)</sup>.

Las indicaciones clínicas de las modalidades de diagnóstico vascular no invasivo de los vasos intracraneales han aumentado en los últimos años debido a la

rápida evolución de la tecnología y las mejoras posteriores de la resolución espacial en resonancia magnética <sup>(5,7)</sup>.

La ventaja que posee la angiorresonancia magnética para el estudio de la circulación intracraneal radica en que es menos invasiva, no es totalmente dependiente de la necesidad de medios de contraste (Gadolinio) y permite una mejor separación de las arterias de las venas <sup>(1)</sup>.

Se cuenta con trabajos de investigación que se han realizado en diferentes partes del mundo, con métodos de abordaje distintos como la angiotomografía, angiorresonancia y la arteriografía, para la evaluación del polígono de Willis en los que se reportan la frecuencia de las variantes anatómicas y su correlación con la presentación de aneurismas durante procedimientos quirúrgicos y el panorama del accidente cerebrovascular. Los reportes varían, de acuerdo con la población en estudio <sup>(2)</sup>.

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente se optó por realizar un trabajo de investigación donde se pueda saber cuál es el porcentaje de pacientes que presentan estas variantes anatómicas del polígono de Willis que fueron atendidos durante el año 2016 en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte y con eso tener una base de datos para futuras investigaciones.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema principal**

**Pp.** ¿Cuál es la incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis encontradas mediante angiorresonancia cerebral en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016?

### **1.2.2 Problemas secundarios**

**Ps<sub>1</sub>.** ¿Cuál es la variante anatómica más frecuente del polígono de Willis encontrada mediante angiorresonancia cerebral en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016?

**Ps<sub>2</sub>.** ¿Cuáles son las variantes anatómicas del polígono de Willis encontradas mediante angiorresonancia cerebral según el sexo en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte – 2016?

## **1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo general**

**Op.** Determinar la incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis mediante angiorresonancia cerebral en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

**Oe<sub>1</sub>.** Determinar las variantes anatómicas del polígono de Willis más frecuentes mediante angiorresonancia cerebral en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

**Oe<sub>2</sub>.** Determinar las variantes anatómicas del polígono de Willis encontradas mediante angiorresonancia cerebral según el sexo en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación se realiza con la finalidad de conocer las principales variantes anatómicas del polígono de Willis mediante la técnica TOF (Time of Flight o Tiempo de Vuelo). Esta técnica es empleada en los exámenes de angiorresonancia cerebral, permitiendo la visualización de las arterias en diferentes planos del espacio y en reconstrucciones tridimensionales. Además de reportar los hallazgos mediante esta técnica y aportar al conocimiento respecto a su frecuencia de presentación, sexo y a la edad en que fueron descubiertas.

La angiorresonancia cerebral es un método no invasivo que no utiliza radiaciones ionizantes ni medios de contrastes iodados, es un examen radiológico de alta sensibilidad y especificidad comparadas con los métodos angiográficos tradicionales como la radiología convencional y la tomografía computarizada, permite el reconocimiento de las estructuras normales que conforman dicho círculo arterial cerebral, además de sus variantes frecuentes e infrecuentes convirtiéndose en una herramienta fundamental en la valoración de las mismas sin dejar de lado la angiografía convencional ya que se considera como la prueba de referencia en el diagnóstico vascular. Así mismo este trabajo nos ayudaría en discernir de las diferentes variantes anatómicas encontradas de posibles patologías en el polígono

de Willis a causa de nuestro desconocimiento y que son relevantes en la planificación de procedimientos quirúrgicos.

Otra finalidad de este presente trabajo de investigación es que nos permitiría colaborar con un sustento científico a la poca información existente en nuestro medio ya que no se han encontrado estudios similares en nuestra región últimamente.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 BASES TEÓRICAS**

#### **2.1.1 Polígono de Willis**

El círculo arterial o también llamado polígono de Willis debido a la descripción de su autor Thomas Willis en 1664, suele mostrar variantes anatómicas como manifestación del asimétrico desarrollo de sus componentes, se localiza en la superficie ventral del diencefalo adyacente a la vía visual (nervios ópticos, quiasma y tractos). Se forma en la base del cerebro por la unión entre los vasos vertebrobasilares y las ramas de la arteria carótida interna (arterias contributorias del polígono).

Está conformado por la arteria comunicante anterior, dos arterias cerebrales anteriores, dos arterias cerebrales medias, dos arterias comunicantes posteriores y dos arterias cerebrales posteriores además de los vasos contributorios como la arteria carótida interna, la arteria basilar y las arterias vertebrales. Un polígono clásico representa un sistema de suplencia por colaterales que conectan las arterias principales para abastecer el cerebro y el tallo encefálico <sup>(5, 8, 9, 10, 11)</sup>.

La arteria carótida interna provee flujo sanguíneo a los hemisferios cerebrales, el ojo, la cara y la nariz se divide en cuatro segmentos: cervical, petroso, cavernoso, y supraclinoideo. Esta arteria se bifurca para generar la arteria cerebral anterior y la arteria cerebral media <sup>(12)</sup>.

La arteria cerebral anterior se genera de la bifurcación de la arteria carótida interna y se une a su homóloga contralateral a través de la arteria comunicante anterior, completando el segmento anterior del polígono de Willis. El segmento proximal o precomunicante de la arteria cerebral anterior se denomina segmento A1, el segmento A2 o post comunicante comprende desde la arteria comunicante anterior hasta el rostrum del cuerpo calloso y el segmento A3 que se denomina pericallosa <sup>(12)</sup>.

La arteria cerebral media se divide en cuatro segmentos: el esfenoidal o M1 que se extiende desde la bifurcación de la arteria carótida interna hasta un segmento posterior de la misma bifurcación de la arteria cerebral media, el insular o M2 que se localiza sobre el lóbulo de la ínsula, el opercular o M3 que se localizan adyacentes a los opérculos frontoparietal y temporal y el cortical o M4 que son los segmentos que se localizan sobre la superficie de la corteza cerebral <sup>(12,13)</sup>.

La arteria cerebral posterior es el ramo terminal del tronco basilar. Tiene una ubicación profunda en la mayor parte de su trayecto, situada en relación con el mesencéfalo y la cara mesial de los lóbulos temporal y occipital. Origina importantes ramas colaterales destinadas al sector posterior de la vía visual, tálamo, capsula interna, corteza temporo – occipital, plexos coroideos, pedúnculos cerebrales y paredes del tercer ventrículo y ventrículos laterales. Presenta cuatro segmentos: segmento P1 comprende desde el origen a la arteria cerebral posterior y la unión con la arteria comunicante posterior, el segmento P2 comienza a nivel de la arteria comunicante posterior y finaliza cuando alcanza la cisterna cuadragenimal, el segmento P3 se inicia en la cisterna cuadragenimal y se extiende hasta el inicio de

la cisura calcarina y el segmento P4 corresponde a la distribución cortical de las ramas terminales <sup>(14)</sup>.

La arteria vertebral se origina en la arteria subclavia y se divide en cuatro segmentos: segmento extra óseo desde su origen hasta la entrada por los agujeros transversos de la sexta vértebra cervical, segmento foraminal recorrido ascendente desde la C6 hasta la C2, segmento extra espinal desde la C1 hasta penetrar la duramadre y el segmento intradural desde el agujero magno hasta la porción inferior del clivus <sup>(12)</sup>.

Muchas veces la conformación del polígono de Willis no es la clásicamente descrita por su autor. Un Polígono de Willis completo sin ningún componente ausente o hipoplásico no se ve más que en el 20% a 25% de los casos; casi en el 50% de todos los especímenes anatómicos se ven anomalías en la parte posterior del polígono <sup>(8,15)</sup>.

Entre las variantes más frecuentes e incluyen: fenestraciones, duplicaciones, ausencia, bifurcación, hipoplasia, dominancia de alguno de los componentes, persistencia de anastomosis carotideo - basilares, persistencia de la circulación fetal y otras anomalías vasculares de la base del cráneo <sup>(2)</sup>.

## **2.1.2 Variantes, clasificación y frecuencia de presentación**

### **2.1.2.1 Variantes y anomalías de la Arteria Carótida Interna (ACI)**

- **Persistencia dorsal de la arteria oftálmica:** en la gestación temprana existen arterias oftálmicas ventral y dorsal. Normalmente solo la ventral

persiste, naciendo del segmento supraclinoideo de la ACI, e ingresando a la órbita a través del canal óptico. La anomalía consiste en la persistencia de la arteria oftálmica dorsal, que nace del segmento cavernoso de la ACI e ingresa a la órbita a través de la fisura orbital superior <sup>(16)</sup>.

### **2.1.2.2 Variantes y anomalías de la Arteria Cerebral Anterior (ACA) y Arteria Comunicante Anterior (ACoA)**

- **Anastomosis Carotido – ACA:** la ACA nace de la ACI, al mismo nivel que la arteria oftálmica, asciende en un trayecto medial entre los nervios ópticos y se anastomosa con la unión del segmento A2 de la ACA + ACoA.
- **Fenestración de ACA y de ACoA.**
- **Duplicación de ACoA**
- **Persistencia de la arteria primitiva oftálmica:** la porción proximal de la ACA sigue su trayecto antero – inferior – medial a lo largo del tracto oftálmico y hace un giro postero – superior. A esta ACA anómala se la conoce como arteria oftálmica primitiva persistente. Normalmente esta arteria involuciona y se convierte en arteria recurrente de Heubner.
- **ACA ácidos:** fusión completa del segmento A2.
- **ACA bihemisférica:** segmentos A2 asimétricos, uno hipoplásico y otro hiperplásico, que en forma dominante envía ramas a ambos hemisferios.
- **Triple ACA:** rama anómala que nace de la ACA formando una trifurcación.
- **Ausencia de la ACoA**
- **Ausencia unilateral del segmento A1** <sup>(16)</sup>.

### **2.1.2.3 Variantes y anomalías de la Arteria Cerebral Media (ACM):**

- **Duplicación de ACM**
- **ACM accesoria:** pequeña arteria que se origina de la ACA a nivel del segmento A1.
- **Bifurcación precoz de la ACM:** la ACM se bifurca dentro del primer centímetro de su origen.
- **Fenestración de la ACM** <sup>(16)</sup>.

#### **2.1.2.4 Variantes y anomalías de la Arteria Cerebral Posterior (ACP) y arterias comunicantes anteriores (ACoP)**

- **Duplicación de ACP y ACoP**
- **Rama de ACP que nace de arteria coroidea hiperplásica:** la arteria coroidea anterior proximal es extremadamente larga, simulando una duplicación de ACoP.
- **Fenestración de ACP**
- **Ausencia o hipoplasia unilateral o bilateral del segmento P1:** la ACP ipsilateral nace directamente de la ACI. Se llama origen fetal de la ACP.
- **Ausencia o hipoplasia unilateral o bilateral de la ACoP** <sup>(16)</sup>.

#### **2.1.2.5 Variantes y anomalías de las Arterias Vertebrobasilares (VB)**

- **Fenestración de las arterias VB**
- **Duplicación de la arteria basilar**

### 2.1.2.6 Variantes de las Arterias Cerebelosas

- **Arteria cerebelosa Anteroinferior (AICA) + Arteria Cerebelosa Posteroinferior (PICA):** ambas se fusionan y forman una fenestración.
- **Hipoplasia AICA/PICA**
- **Duplicación de Arteria Cerebelosa Superior (ACS)**
- **Nacimiento de ACS del segmento proximal de la ACP:** ambas forman un tronco común.
- **Fenestración de ACS** <sup>(16)</sup>.

### 2.1.2.7 Anastomosis Carótido – Vertebrales Intracraneales

Estas anastomosis son normales en el feto y pueden persistir en el adulto, con una incidencia de 1%

- **Arteria Proatlantal**
- **Persistencia de Arteria Hipoglósica:** anastomosis entre ACI y la porción baja de arteria basilar a través del canal hipoglósico.
- **Arteria Ótica Persistente**
- **Arteria Trigeminal Persistente:** nace del segmento precavernoso o cavernoso de la ACI y se une con la porción media de la arteria basilar <sup>(16)</sup>.

### 2.1.3 Resonancia Magnética

La resonancia magnética es un fenómeno físico por el cual ciertas partículas atómicas (protones) pueden absorber selectivamente energía de radiofrecuencia al ser colocadas bajo un campo magnético externo, las imágenes

utilizadas en el diagnóstico clínico aprovechan la resonancia magnética del núcleo de hidrogeno <sup>(17)</sup>.

El hidrogeno se compone de un solo protón (núcleo), es la opción natural para probar técnicas de resonancia magnética en el cuerpo humano que se compone de tejidos que contienen principalmente agua y grasa y ambas contienen hidrógeno <sup>(18)</sup>.

Una vez que los núcleos de hidrogeno han absorbido la energía de radiofrecuencia (**Resonancia**), devuelven el exceso energético mediante una liberación de ondas de radiofrecuencia (**Relajación**). Esta liberación de energía induce una señal eléctrica en una antena receptora. Estas señales de resonancia magnética se ordena en el espacio sobre una codificación de frecuencias y de fases, mediante esta ordenación espacial se puede obtener finalmente una imagen matriz con una escala codificada de grises. <sup>(17, 19)</sup>.

#### **2.1.4 Angiorresonancia Magnética o Angiografía por Resonancia Magnética**

La angiorresonancia utiliza secuencias eco de gradiente para recoger datos. Se basa en la creación de intensidades diferentes entre el tejido que fluye (intravascular) y el tejido estático. Suprimiendo el tejido estático de fondo y centrándose únicamente en la señal intensa que produce la sangre en movimiento, podemos obtener un conjunto de datos que permitan visualizar solo estructuras vasculares <sup>(20)</sup>.

La técnica de angiorresonancia emplea el tejido fluyente como la sangre para proporcionar la fuente primaria de intensidad de señal en la imagen

permitiendo visualizar el flujo sanguíneo normal laminar (movimiento de fluido que se encuentra perfectamente ordenado de manera q se mueve en láminas paralelas sin entrelazarse) en el sistema vascular y sus interrupciones debidas a dolencias patológicas como estenosis, aneurismas intracraneales, malformaciones arteriovenosas, etc. Siendo útil para la evaluación de la permeabilidad de los vasos en estudio, se considera de gran utilidad clínica para el diagnóstico de cualquier tipo de enfermedad vascular sin necesidad de utilizar radiaciones ionizantes ni medios de contraste iodados permitiendo sustituir técnicas más invasivas como la radiología convencional o la tomografía computarizada <sup>(18, 20, 21)</sup>.

Se han desarrollado dos tipos fundamentales de secuencias de pulsos de angiorresonancia: imagen de tiempo de vuelo (TOF, time of flight), imagen de contraste de fase (PC, phase contrast).

#### **2.1.4.1 Secuencia tiempo de vuelo (TOF, time of flight)**

Es una técnica de eco de gradiente que utiliza un ángulo moderado de pulso de excitación y tiempos de repetición mucho más corto que los valores T1 del tejido, se emiten pulsos de radiofrecuencia para excitar los protones de los tejidos del organismo. Los protones de los tejidos estacionarios se visualizan saturados a causa de la repetición continua de los pulsos de radiofrecuencia bajando su intensidad de señal, no sucede lo mismo con el tejido fluyente. Los protones de los tejidos no estacionarios (con movimiento), como la sangre, no experimentan excitación y por lo tanto no se saturan generando una alta intensidad de señal. Un volumen sanguíneo se encontrara en localización distinta en cada pulso de



excitación, debido a su movimiento durante los tiempos de repetición. La señal procedente del volumen sanguíneo es más amplia en el punto de entrada del corte, porque no ha sido sometido a pulso de excitación alguno. A medida que este volumen se desplaza por el corte, se satura al recibir más pulsos de excitación y disminuye su señal si la dirección del flujo es perpendicular al corte (flujo en el plano transversal), el volumen de la excitación es reducido. El grado de saturación de la sangre depende del grosor de corte, del tiempo de repetición y de la velocidad del flujo <sup>(18, 21, 22)</sup>.

Su principal limitación de esta técnica es la susceptibilidad a la pérdida de señal en zonas de flujo turbulento o muy lento y la necesidad de adquirir la imagen de manera perpendicular a la dirección de flujo de los vasos de interés <sup>(21)</sup>.

### **Técnicas de medición de flujo**

Para medir de forma cuantitativa la velocidad del flujo a lo largo de un gradiente magneto de magnitud y duración conocidas se pueden utilizar técnicas basadas en el movimiento en bloque de los espines respecto al tiempo de la secuencia de pulso (efectos TOF) y en la desviación de fase producidas por los espines en movimiento <sup>(22)</sup>.

### **Efectos del tiempo de vuelo**

Se basan el movimiento macroscópico de los espines con magnetización longitudinal, la magnetización de un bolo de sangre se modifica en un lugar y se detecta en otro. Este proceso se conoce como efecto de TOF, debido al tiempo

transcurrido entre el marcado de radiofrecuencia y la detección de la magnetización de los espines <sup>(22)</sup>.

### **Rastreo del flujo**

Presenta dos métodos un método en el cual aplica un pulso perpendicular al plano de excitación y el flujo de entrada conduce la señal brillante dentro de la banda de saturación de la imagen de magnitud desplazando la corriente saturada de señal baja a través del tiempo, en el otro método el plano de la imagen es perpendicular al plano de excitación y los espines en movimiento <sup>(22)</sup>.

### **Rastreo de flujo con presaturación**

Es un método de medida del flujo fisiológico, utiliza pulsos de presaturación perpendicular al plano de flujo con un posterior rastreo del bolo de flujo a través del tiempo, con este método se pueden hacer mediciones cuantitativas basadas en la medida del desplazamiento de los parámetros de la imagen respecto al tiempo <sup>(22)</sup>.

### **Rastreo de flujo por excitación**

Con este método se excita un plano perpendicular con imágenes adquiridas en el plano del vaso sanguíneo. De este modo el corte seleccionado y los gradientes de lectura están el mismo plano. El volumen de flujo marcado con excitación utiliza imágenes eco de espín <sup>(22)</sup>.

#### **2.1.4.2 Secuencia de contraste de fase (PC, Phase Contrast)**

Es una secuencia eco de gradiente en la que se aplica una gradiente bipolar que provoca un desfase que depende de los componentes de la velocidad de los tejidos. Esta técnica se basa en los cambios de fase de magnetización transversal de los protones de la sangre con respecto a los tejidos estacionarios a lo largo de un gradiente. Los tejidos estacionarios no presentan un cambio en la fase a diferencia de la sangre que si produce un cambio en la señal. Este desfase permite obtener imágenes angiográficas en 3D y cuantificación del flujo en 2D <sup>(21)</sup>.

La angiorresonancia con secuencia PC permite obtener información sobre la velocidad difícil de conseguir con la secuencia TOF, ajustando las gradientes de codificación de flujo podemos obtener una imagen del flujo venoso lento o el flujo arterial central acelerado. Es la técnica de elección más aceptada para descartar trombosis venosa cerebral. Su limitación de esta técnica es que consume más tiempo limitando la resolución espacial y bajando la relación señal – ruido <sup>(20, 21)</sup>.

## **2.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

- En la ciudad de Barcelona - España en el año 2012 Armario, Esperanzi, Pareto, Mitjana, Acosta y Rovira en el 31 Congreso Nacional “Relación entre la anatomía del polígono de Willis y asimetrías interhemisféricas del flujo sanguíneo cerebral: medido con RM de 3.0T y técnica arterial spin labeling” se estudiaron prospectivamente a 76 pacientes, 46 mujeres y 30 hombres, con una edad media de 37.1 años (rango 17 – 75), a los que se les ha realizado una RM (resonancia magnética) cerebral por distintos motivos, siendo lo más frecuentes para estudio de

epilepsia focal y Esclerosis Múltiple. Se ha excluido del estudio aquellos pacientes que presentaron patología vascular y tumoral. En el análisis angiográfico se encontraron variantes anatómicas del polígono de Willis, 21 pacientes (28%) en el sistema anterior y 48 pacientes (67%) en el sistema posterior <sup>(23)</sup>.

- En el año 2015 en la ciudad de México Hernández, Casares, Rendón, Licea y Castillo publicaron su artículo “Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del circuito arterial cerebral” encuentra los siguientes resultados utilizando la secuencia 3D TOF (tiempo de vuelo) en pacientes con indicación de resonancia magnética de cerebro por diversas causas, pudieron ser evaluados 602 de 650 pacientes con edades de 0 a 95 años; 253 (42%) tenían cuando menos una variante anatómica: 175(69%) en el sistema posterior, 30 (12%) en el anterior, 29 (11%) en ambos y 19 (8%) variaciones de otros vasos. Ante esto concluyeron que la Angiorresonancia magnética nuclear complementaria en pacientes sometidos a resonancia magnética de cerebro permite detectar variantes infrecuentes del círculo arterial cerebral asociados con riesgo de accidentes cerebro vascular <sup>(2)</sup>.

- Boleaga, Ameller y Criales en la ciudad de México en el año 2004 publicaron su artículo “Variantes anatómicas del círculo arterial de la base craneal”. Utilizando un equipo de resonancia magnética (RM) de 1.5 Tesla y secuencia 3D TOF (tiempo de vuelo), se le realizó Angiorresonancia cerebral a 412 pacientes, 177 del sexo masculino y 235 del sexo femenino. Obteniendo como resultados 38 pacientes (9.22%) no presentaron ninguna variante anatómica, 168 casos (40.7%) hubo reducción de flujo sanguíneo por hipoplasia de las arterias comunicante

posterior, en 49 pacientes (11.8%) se observó hipoplasia de la arteria comunicante posterior derecha y en 51 pacientes (12.3%) la hipoplasia fue de la arteria comunicante posterior izquierda. 30 pacientes (7.2%) con hipoplasia de la arteria cerebral anterior derecha y 10 pacientes (2.4%) en la arteria cerebral anterior izquierda. Hipoplasia de la porción inicial de la arteria comunicante posterior o P1 en 34 casos (8.2%) y su asociación con hipoplasia de la arteria comunicante anterior en 29 casos (7.2%), arteria trigeminal primitiva persistente en 2 casos (0.4%) y arteria ácigos en solo 1 paciente (0.2%)<sup>(7)</sup>.

- Tobalín, Bertona y Gribaldo en la ciudad de Córdoba – Argentina en el año 2013 publicaron su artículo “Variantes Anatómicas del Polígono de Willis por Angio – Resonancia Magnética” se evaluaron 190 ARM cerebrales, en resonador de 1.5T, utilizando la técnica 3D TOF (tiempo de vuelo), con reconstrucciones vasculares en todos los planos. No se observaron variantes anatómicas en 122 pacientes (64%); con variantes anatómicas 68 pacientes (36%). Variantes anatómicas encontradas: fenestración de la arteria comunicante anterior: 2 (3%). Duplicación de la arteria comunicante anterior 2(3%). Arteria ácigos: 3(4%). Triple arteria comunicante anterior: 1(2%). Ausencia del segmento A1: 4(6%). Bifurcación precoz de la arteria cerebral media: 3(4%). Duplicación de la arteria comunicante posterior: 1(2%). Fenestración de arteria comunicante posterior: 1(1%). Origen fetal de la arteria comunicante posterior: 17(25%). Ausencia/hipoplasia de la arteria comunicante posterior: 11(16%). Hipoplasia de la arteria cerebelosa anteroinferior/arteria cerebelosa posteroinferior: 15(22%). Duplicación de la arteria

cerebelosa superior: 2(3%). Nacimiento conjunto de arteria cerebelosa superior + arteria cerebelosa posterior: 2(3%). Trigeminal persistente: 4(6%) <sup>(16)</sup>.

- En la ciudad de Buenos Aires – Argentina en el 2014 Reynoso, Meli; Rufino; Leconte, Pérez, y Salas publicaron en la revista Argentina de Anatomía su artículo “Variaciones del Circulo Arterial Cerebral. Valoración Anatómicoquirúrgica e Imagenológica por ARM. Estudio de Incidencia Poblacional e Implicancia en la Ocurrencia de la Patología Vasculal”. Se realizó un estudio observacional y retrospectivo de exámenes de ARM (angiorresonancia magnética) cerebral en equipos de alto campo (1.5T y 3T) con técnica TOF 2D y 3D. De un total de 240 (100%) de estudios examinados, el 61.3% presento configuración clásica mientras que el 38.7% no clásica. De los denominados no clásicos el 65.6% fueron varones y 34.4% mujeres con una media de 68 años, las variaciones frecuentes fueron agenesia/hipoplasia, origen fetal de arteria cerebral posterior, arteria comunicante posterior y arteria Trigeminal persistente <sup>(1)</sup>.

- En el Perú en el año 2000, el Doctor Rivas jefe del servicio de neuropatología del Instituto de Ciencias Neurológicas “Oscar Trelles Montes” y los médicos Huertas y Rodríguez médicos residentes en Neurología del Hospital Nacional “Guillermo Almenara Irigoyen” publicaron su artículo “Variantes anatómicas del Polígono de Willis estudio de 307 casos” enfocándose los siguientes resultados, de un total de 520 polígonos de cerebros disecados para el estudio; solo 307 cumplían los criterios de inclusión. Se clasifico como polígono clásico a 83 casos (27.04%), restando como polígonos de Willis no clásicos 224 (73.96%) <sup>(8)</sup>.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente estudio de investigación es de tipo Descriptivo – Retrospectivo.

#### **3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño del presente estudio investigación es no experimental de corte transversal.

#### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.3.1 Población**

La población del presente estudio de investigación está constituida por todos los pacientes que se realizaron un examen de Angiorresonancia cerebral durante el periodo comprendido entre Enero a Diciembre del 2016 en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte, el cual fue de 286 pacientes.

##### **3.3.2 Muestra**

El tamaño de la muestra seleccionada para el presente estudio de investigación está constituido por la totalidad de los pacientes ( $n = 72$ ) que presentaron alguna variante anatómica del polígono de Willis.

##### **3.3.2.1 Criterios de inclusión**

- Pacientes que se hayan realizado Angiorresonancia cerebral con técnica TOF (Tiempo de vuelo) durante el periodo Enero – Diciembre del 2016.
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes de cualquier edad.

### **3.3.2.2 Criterios de exclusión**

- Pacientes que no hayan colaborado con el examen.
- Exámenes de Angiorresonancia Cerebral inconclusos.
- Exámenes donde no se haya utilizado la técnica TOF (Tiempo de vuelo).



### 3.4 VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento
Variante anatómica del Polígono de Willis	Es la variación de una estructura anatómica que forma parte de la anatomía normal, no produce síntomas ni alteraciones patológicas en las personas que la padecen.	Variaciones y anomalías de la Arteria carótida interna	Presenta No Presenta	Ficha de recolección de datos
		Variaciones y anomalías de Arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior	Presenta No Presenta	
		Variaciones y anomalías de la arteria cerebral media	Presenta/no Presenta	
		Variaciones y anomalías de la arteria cerebral posterior y arterias comunicantes posteriores	Presenta/no Presenta	
		Variaciones y anomalías de las arterias vertebrobasilares	Presenta No Presenta	
		Variaciones de las arterias cerebelosas	Presenta No Presenta	
		Anomalías carotideo vertebrales	Presenta No Presenta	

## 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.5.1 Técnicas

Las técnicas a utilizar en la presente investigación son:

**Observación:** proceso sensorio - mental que, con o sin ayuda de aparatos, hechos o fenómenos provocados te permite el primer encuentro con el problema; asimismo te da pie a la formulación de hipótesis.

**Análisis documentario:** es una operación intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario que actúa como intermediario o instrumento de búsqueda obligado en el documento original y el usuario que solicita la información. Su finalidad es posibilitar su recuperación posterior e identificarlo.

**Estadística:** se utiliza durante el proceso de análisis inferencial, y poder encontrar significatividad en los resultados.

**Búsqueda bibliográfica:** es el primer paso del proceso de cualquier investigación científica, contribuye a mejorar la interpretación de sus propios resultados, enriqueciendo la discusión de sus publicaciones.

### 3.5.2 Instrumentos

#### **Fichas de recolección de datos:**

Son instrumentos que permiten el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias facilitando el registro, organización y clasificación de la información.

El instrumento de recolección de datos se elaborara de acuerdo con el proyecto de investigación planteado, objetivos de trabajo y los conocimientos sobre los tipos de variantes anatómicas del Polígono de Willis mediante la angiorrsonancia cerebral.

### **3.5.3 Procedimiento**

- Se solicitó permiso a la directora médica del centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte en la ciudad de Trujillo, para desarrollar el estudio de investigación, por medio de una solicitud, adjuntando los requisitos. (Anexo 01).

- Se explica detalladamente el proceso y objetivo del desarrollo del estudio, al coordinador del área.

- Se utiliza la ficha de recolección de datos. (Anexo 02).

- Una vez recolectados los datos que se van a estudiar, finalmente los resultados se procesaron de manera apropiada estadísticamente.

### **3.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

La información obtenida fue recogida a través del instrumento descrito, luego se incorporó en una base de datos para ser ejecutadas con apoyo Microsoft Excel 2010.

Los reportes fueron arrojados en tablas y gráficos, empleado cifras absolutas y porcentuales en base a los objetivos establecidos descritos anteriormente.

## 4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

#### EDAD DE LA MUESTRA

**Tabla N° 01:** Edad de la muestra

N	Válido	72
	Perdidos	0
Media		41.00
Mediana		38.00
Desviación estándar		17.866
Mínimo		8
Máximo		81

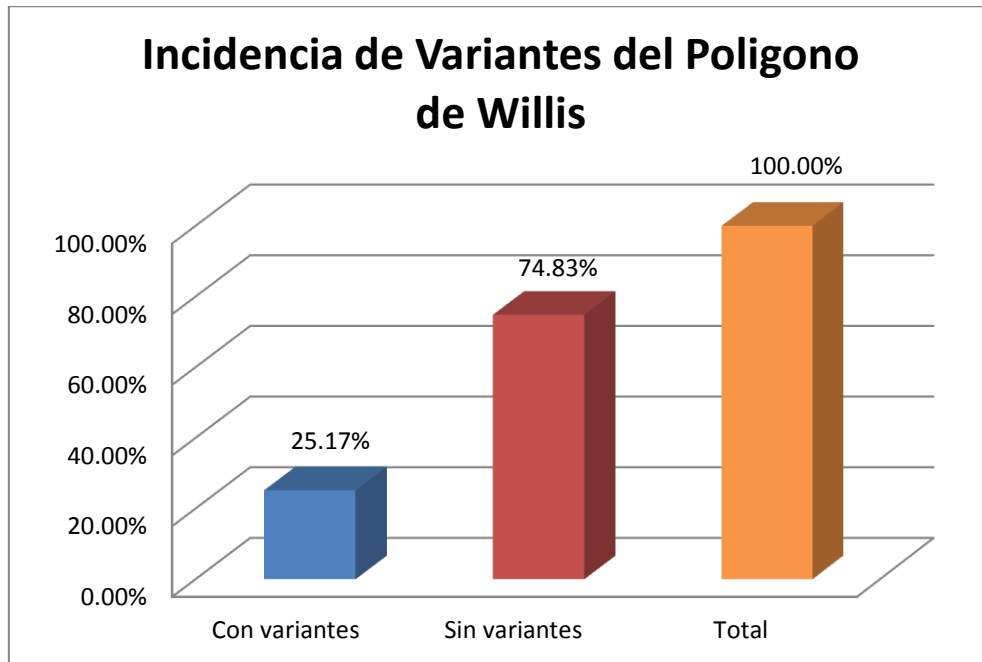
La tabla N° 01 nos presenta las características de la muestra conformada por 72 pacientes que tuvieron alguna anomalía del polígono de Willis, el cual presenta una media de 41, con una desviación estándar de 17,86 con un mínimo de 8 años y un máximo de 81 años.

#### INCIDENCIA DE VARIANTES ANATÓMICAS DEL POLÍGONO DE WILLIS

**Tabla N° 02:** Incidencia de variantes del polígono de Willis

	Variantes del polígonos de Willis	
	Frecuencia	Porcentajes
Con variantes	72	25.17%
Sin variantes	214	74.83%
Total	286	100.00%

La tabla N°02, nos presenta la incidencia de pacientes con variantes del polígono de Willis, del total de 286 pacientes, 72 presentaron variantes y 214 no presentaron variantes.



**Figura N°01:** Incidencia de variantes del polígono de Willis.

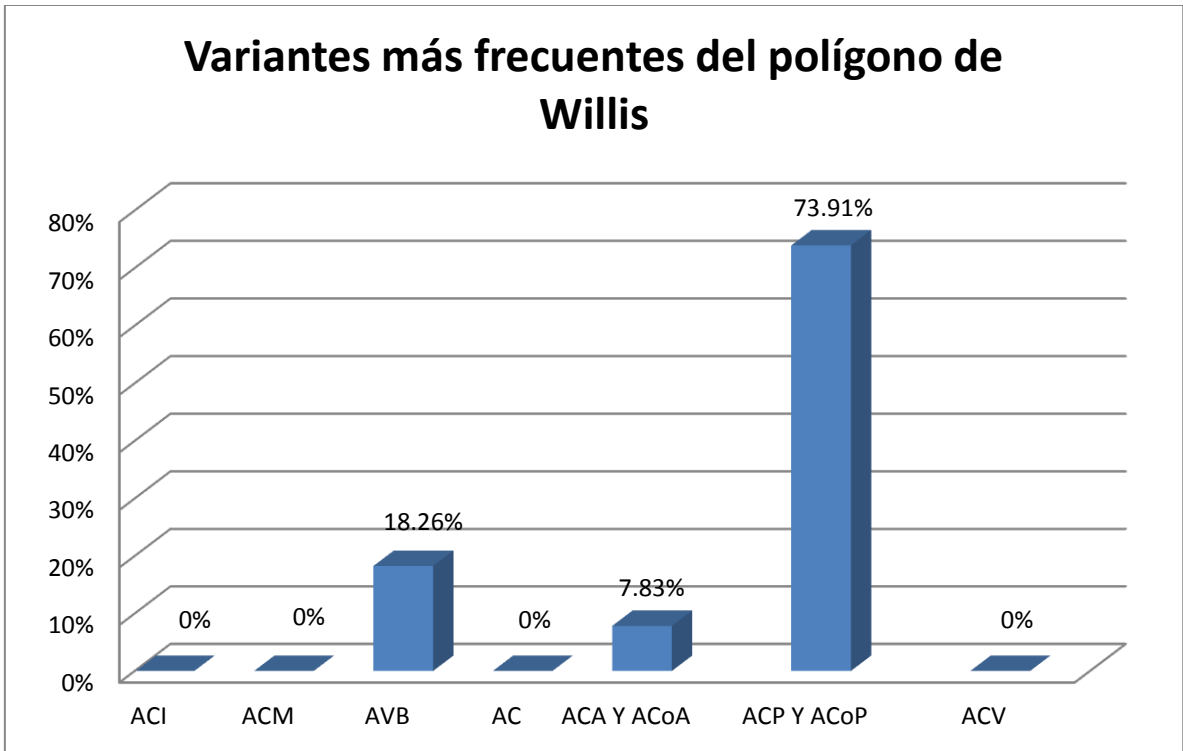
Los porcentajes correspondientes se muestran en la figura N° 01.

## VARIANTE ANATÓMICA MÁS FRECUENTE DEL POLÍGONO DE WILLIS

**Tabla N° 03:** Variantes más frecuentes del polígono de Willis

	Variantes más frecuentes del polígono de Willis	
	Frecuencia	Porcentaje
Arteria carótida interna (ACI)	0	0%
Arteria cerebral media (ACM)	0	0%
Arterias vertebrobasilares (AVB)	21	18.26%
Arterias cerebelosas (AC)	0	0%
Arteria cerebral anterior (ACA) y arteria comunicante anterior (ACoA)	19	7.83%
Arteria cerebral posterior (ACP) y arteria comunicante posterior (ACoP)	66	73.91%
Anastomosis Carotideo vertebral (ACV)	0	0%

La tabla N°03 nos presenta que de todas las variantes anatómicas del polígono de Willis, las variaciones de la arteria cerebral posterior y arterias comunicante posterior es la más frecuente con 66 pacientes, seguido de las variaciones de la arteria vertebrobasilar con 21 casos, las variaciones de la arteria cerebral anterior y la arteria comunicante anterior con 19 casos, mientras que las variaciones de las arterias carotidea interna, arteria cerebral media, arterias cerebelosas y anastomosis carotideo vertebral con ningún caso hallado durante este estudio.



**Figura N° 02:** Variantes más frecuentes del polígono de Willis

Los porcentajes correspondientes se muestran en la figura N° 02

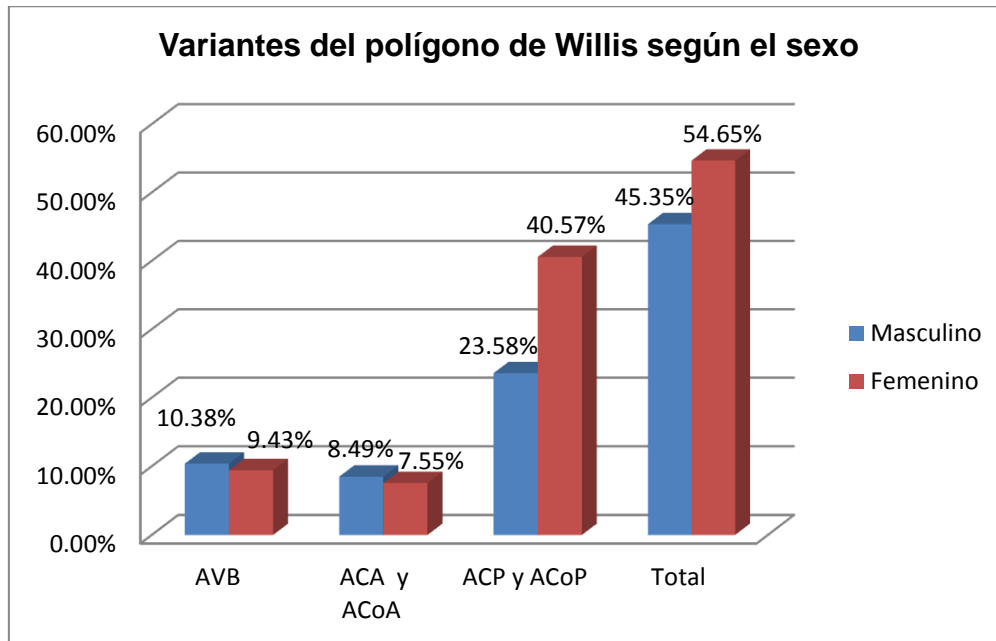
## VARIANTES ANATÓMICAS DEL POLÍGONO DE WILLIS SEGÚN EL SEXO

**Tabla N° 04:** Variantes del polígono de Willis según el sexo

Variantes del polígono de Willis	Sexo					
	Masculino		Femenino		Total	
	F1	%	F2	%	Ft	%t
Arteria carótida interna	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Arteria cerebral media (ACM)	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Arteria vertebrobasilares	11	10.38%	10	9.43%	21	19.81%
Arterias cerebelosas	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Arteria cerebral anterior (ACA) y arteria comunicante anterior (ACoA)	9	8.49%	8	7.55%	17	16.04%
Arteria cerebral posterior(ACP)y arteria comunicante posterior (ACoP)	25	23.58%	43	40.57%	68	64.15%
Anastamosis Carotideo vertebral	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Total	45	45.35%	61	54,65%	106	100.00%

La tabla N°04 nos presenta que de todas las variantes anatómicas del polígono de Willis encontradas, predominan con mayor porcentaje en el sexo femenino con 54.65%, mientras que las variaciones en el sexo masculino fue menor con un porcentaje de 45.35%. De las cuales en las mujeres sobresale la arteria cerebral posterior y arteria comunicante posterior (40.57%); seguido de la arteria vertebrobasilares (9.43%); y por último la arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior (7.55%). En los varones resalta la arteria cerebral posterior y arteria comunicante posterior (23.58%), seguido la arteria vertebrobasilares (10.38%); y por último la arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior (8.49%).





**Figura N° 03:** Variantes del polígono de Willis según sexo

Los porcentajes correspondientes se muestran en la figura N° 03

## 4.2 DISCUSIONES DE RESULTADOS

Rivas, Huertas y Rodríguez .Hospital Nacional “Guillermo Almenara Irigoyen” publicaron el artículo “Variantes anatómicas del Polígono de Willis” Perú - 2000. Encontrándose resultados, de un total de 520 polígonos de cerebros disecados para el estudio; solo 307 cumplían los criterios de inclusión. Se clasificó como polígono clásico a 83 casos (27.04%), restando como polígonos de Willis no clásicos 224 (72.96%). Si bien es cierto el estudio de Rivas se hizo en cadáveres, en nuestro estudio la muestra considerada es en seres humanos vivos y medimos mediante angiografía. Las cifras encontradas

en nuestra investigación difieren con los resultados de Rivas, porque del total de 286, encontramos una incidencia de 72 casos con variantes del polígono de Willis (25.17%) y 214 casos sin variantes (74.83%).

Boleaga, Ameller y Criales publicaron el artículo "Variantes anatómicas del círculo arterial de la base craneal" México - 2004. Utilizando un equipo de resonancia magnética (RM) de 1.5 Tesla y secuencia 3D TOF (tiempo de vuelo), se le realizó Angiorresonancia cerebral a 412 pacientes, 177 del sexo masculino y 235 del sexo femenino. Obteniendo como resultados 38 pacientes (9.22%) no presentaron ninguna variante anatómica, 168 casos (40.7%) hubo reducción de flujo sanguíneo por hipoplasia de las arterias comunicante posterior, en 49 pacientes (11.8%) se observó hipoplasia de la arteria comunicante posterior derecha y en 51 pacientes (12.3%) la hipoplasia fue de la arteria comunicante posterior izquierda. 30 pacientes (7.2%) con hipoplasia de la arteria cerebral anterior derecha y 10 pacientes (2.4%) en la arteria cerebral anterior izquierda. Hipoplasia de la porción inicial de la arteria comunicante posterior o P1 en 34 casos (8.2%) y su asociación con hipoplasia de la arteria comunicante anterior en 29 casos (7.2%), arteria trigeminal primitiva persistente en 2 casos (0.4%) y arteria ácidos en solo 1 paciente (0.2%). Las cifras presentadas en este estudio anterior, encontramos características similares con el nuestro, como el uso de la angiorresonancia. Inclusive del total de 286 predomina el sexo femenino (54.65%), mientras el sexo masculino (45.35%). De igual manera obtuvimos menor porcentaje con incidencia (25.17%) de variantes del polígono de Willis, y sin variantes (74.83%).

Armario, Esperanzi, Pareto, Mitjana, Acosta y Rovira en el 31 Congreso Nacional “Relación entre la anatomía del polígono de Willis y asimetrías interhemisféricas del flujo sanguíneo cerebral: medido con RM de 3.0T y técnica arterial spin labeling” España - 2012. Se estudiaron a 76 pacientes, 46 mujeres y 30 hombres, con una edad media de 37.1 años (rango 17 – 75), a los que se les ha realizado una RM (resonancia magnética) cerebral por distintos motivos, siendo los más frecuentes para estudio de epilepsia focal y Esclerosis Múltiple. En el análisis angiográfico se encontraron variantes anatómicas del polígono de Willis, 21 pacientes (28%) en el sistema anterior y 48 pacientes (67%) en el sistema posterior. Coincidimos con el estudio de Armario, de que también estudiamos la anatomía del polígono de Willis en una población de pacientes, donde predomina el sexo femenino. Diferimos en las características de la muestra porque tenemos una edad media de 41 años (rango 8-81), y estudiamos 286 pacientes a los que se les ha realizado Angiorresonancia cerebral con técnica TOF (Tiempo de vuelo). Con respecto a los hallazgos encontramos parecido con nuestros resultados sobre las variantes anatómicas del polígono de Willis, 19 pacientes (7.83%) en la arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior; 66 pacientes (73.91%) en la arteria cerebral posterior y arteria comunicantes posterior.

Tobalín, Bertona y Gribaudo, publicaron su artículo “Variantes Anatómicas del Polígono de Willis por Angio – Resonancia Magnética” Argentina-2013. Se evaluaron 190 ARM cerebrales, en resonador de 1.5T, utilizando la técnica 3D TOF (tiempo de vuelo), con reconstrucciones vasculares

en todos los planos. No se observaron variantes anatómicas en 122 pacientes (64%); con variantes anatómicas 68 pacientes (36%). Variantes anatómicas encontradas: fenestración de la arteria comunicante anterior: 2 (3%). Duplicación de la arteria comunicante anterior 2(3%). Duplicación de la arteria comunicante posterior: 1(2%). Fenestración de arteria comunicante posterior: 1(1%). El estudio anterior de Tobalín al igual que nuestra pesquisa también utilizó la angiorresonancia con la técnica TOF (tiempo de vuelo). No encontramos incidencia de variantes anatómicas en 214 pacientes (74.83%); y con variantes anatómicas 72 pacientes (25.17%). Las variantes más frecuentes que hallamos es en la arteria cerebral posterior y arteria comunicante posterior (73.91%).

Reynoso, Meli, Rufino, Leconte, Pérez, en su artículo “Variaciones del Circulo Arterial Cerebral. Valoración Anatómicoquirúrgica e Imagenológica por ARM Argentina - 2014. Se realizó un estudio observacional y retrospectivo de exámenes de ARM (angiorresonancia magnética) cerebral en equipos de alto campo (1.5T y 3T) con técnica TOF 2D y 3D. De un total de 240 (100%) de estudios examinados, el 61.3% presento configuración clásica, mientras que el 38.7% no clásica. De los denominados no clásicos el 65.6% fueron varones y 34.4% mujeres con una media de 68 años. Nuestra investigación es el mismo tipo de estudio que el anterior, observacional retrospectivo y también se usó los exámenes de angiorresonancia con técnica TOF. En cuanto a la población se estudió 286 pacientes, el 74.83% resulto sin variantes anatómicas, mientras que el 25.17% con variantes anatómicas. Lo que es casi homogéneo a los

hallazgos del estudio antecedido donde predomina lo clásico. Discrepamos en cuanto a la incidencia de las variantes anatómicas del polígono de Willis según el sexo, ya que el mayor porcentaje se da en el sexo femenino (54.65%), y un (45.35%) del sexo masculino.

Hernández, Casares, Rendón, Licea y Castillo publicaron su artículo “Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del circuito arterial cerebral México-2015” encuentra los siguientes resultados utilizando la secuencia 3D TOF (tiempo de vuelo) en pacientes con indicación de resonancia magnética de cerebro por diversas causas, pudieron ser evaluados 602 de 650 pacientes con edades de 0 a 95 años; 253 (42%) tenían cuando menos una variante anatómica: 175(69%) en el sistema posterior, 30 (12%) en el anterior, 29 (11%) en ambos y 19 (8%) variaciones de otros vasos. Coincidimos con Hernández, ya que también usamos la secuencia TOF en los pacientes. Nuestra muestra es de menor cantidad (286) y el rango de edad es diferente (8 a 81 años); el 27.17% hallamos con variantes anatómicas, mientras el 74.83% sin variantes, lo que se asemeja a los hallazgos del estudio anterior.

### **4.3 CONCLUSIONES**

**C<sub>G</sub>**.La incidencia de variantes anatómicas del polígono de Willis mediante angiorresonancia cerebral es de 25.17%(72casos) de 286 pacientes estudiados, atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

**C<sub>S1</sub>**.Las variantes anatómicas del polígono de Willis más frecuentes mediante angiorresonancia cerebral es en la arteria cerebral posterior y arteria comunicante posterior (73.91%), seguido las arterias vertebrobasilares (18.26%) y en menor porcentaje la arteria cerebral anterior y arteria comunicante anterior (7.83%); en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

**C<sub>S2</sub>**.Las variantes anatómicas del polígono de Willis encontradas mediante angiorresonancia cerebral según el sexo, predomina el género femenino (54.65%), mientras que el sexo masculino un porcentaje menor (45.35%); en pacientes atendidos en el centro de diagnóstico por imágenes Tomonorte - 2016.

#### **4.4 RECOMENDACIONES**

1.- Se recomienda aplicar la presente investigación a otros centros de diagnósticos por imágenes o clínicas para poder obtener mayores datos estadísticos en la región, y de esta forma nutrir los datos epidemiológicos que sirvan de base para nuevas y mejores investigaciones.

2.- Promover que los pacientes que acudan a un centro de diagnóstico o clínica a realizarse un estudio de resonancia magnética cerebral, se le realice una secuencia adicional para el estudio del polígono de Willis y así detectar alguna variante que pueda prevenir futuras enfermedades.

3.- Dar a conocer al personal tecnólogo médico en radiología la importancia de las variantes anatómicas del polígono de Willis, especialmente cuando los pacientes acuden a un centro de diagnóstico por imágenes o clínica a causa de una enfermedad cerebro vascular, malformaciones arteriovenosas o aneurismas cerebrales. Ya que la presencia de estas variantes en la estructura del polígono de Willis puede dar un diagnóstico favorable o desfavorable al paciente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reynoso E, Meli F, Rubino P, Leconte A, Pérez M, Salas E. Variantes del círculo arterial cerebral. Valoración anatómicoquirúrgica por ARM. Estudio de incidencia poblacional e implicancia en la ocurrencia de la patología vascular. *Revista Argentina de Anatomía Online* 2014; 5(3): 92 – 98.
2. Hernández L, Cáceres K, Rendón R, Licea M, Castillo L. Evaluación con angiorresonancia magnética nuclear de las variantes anatómicas del círculo arterial cerebral. *Anales de Radiología México* 2015; 14(3): 256 – 261.
3. Nordon DG, Rodrigues OF. Variations in the brain circulation – the circle of Willis. *Journal of Morphological Sciences* 2012; 29(4): 243 – 247.
4. Rodríguez Vásquez E. Variaciones anatómicas del polígono de Willis y su relación con la patología cerebrovascular [Tesis Doctoral] España: Universidad de Valladolid; 2016.
5. Martínez F, Spagnuolo E, Calvo – Rubal A, Laza S, Sgarbi N, Soria – Vargas V. et. al. Variaciones del sector anterior del polígono de Willis. Correlación anatómico – angiográfica y su implicancia en la cirugía de aneurismas intracraneanos. (Arterias: ácidos cerebral anterior, mediana del cuerpo calloso y cerebral media accesoria). *Revista Uruguaya de Neurocirugía* 2004; 15: 578 – 589.
6. Quinteros S, Ballesteros L, Ayala J, Forero P. Características morfológicas de aneurismas cerebrales del polígono de Willis: estudio anatómico directo. *Revista Colombiana de Neurocirugía* 2009; 20: 110 – 116.



7. Boleaga B, Ameller S, Criales J. Variantes anatómicas del círculo arterial de la base craneal. *Anales de Radiología México* 2004; 4: 239 – 244.
8. Rivas D, Huertas M, Rodríguez H. Variantes anatómicas del polígono de Willis. Estudio de 307 casos. *Revista Peruana de Neurología* 2000; 6(3): 46 – 50.
9. Drake R, Vogl W, Mitchell A. *Gray Anatomía Para estudiantes 1° ed.* Madrid, España: Elsevier; 2005.
10. Ryan S, McNicholas M, Eustace S. *Anatomía para el Diagnóstico Radiológico* Madrid, España: Marban Libros; 2006.
11. Moore K, Dalley A, Agur A. *Anatomía con orientación clínica 6° ed.* Barcelona, España: Wolters kluwer; 2010.
12. Poveda Jonathan. Anatomía básica cerebral para el cardiólogo intervencionista. *Revista Costarricense de Cardiología* 2009; 11(2): 33 – 40.
13. Salgado J, Téllez J, Zaragoza F, Tomasini P, Gómez J, Bargés J. Anatomía microquirúrgica de la arteria cerebral media y del valle silviano. *Revista Mexicana de Neurociencia* 2011; 16(3): 113 – 118.
14. Prinzo H, Martínez F, López N, Soria V. Anatomía microquirúrgica de la arteria cerebral posterior. *Revista Mexicana de Neurociencia* 2006; 7(5): 364 – 374.
15. Sanz E, Shahin M, Hernández N, Martínez J. Variantes anatómicas de la circulación cerebral. *Sociedad Española de Radiología Médica [internet]* 2012 [fecha de acceso 21 de Octubre 2016]; disponible en: <http://www.seram.es/www.seram2012.com>.

16. Tobalín I, Bertona C, Bertona J, Gribaudo N. Variantes anatómicas del polígono de Willis por Angio – Resonancia Magnética. Revista Argentina de diagnóstico por imágenes 2014; 3(8): 17 – 27.
17. Gili Jaume. Introducción Biofísica a la Resonancia Magnética en Neuroimagen 3° ed. Barcelona, España; 2002.
18. Lee J, Sagel S, Stanley R, Heiken J. Body TC con correlación RM Vol. 1. 4° ed. Madrid, España: Marban Libros; 2007.
19. Vahlensieck M, Reiser M. RM Musculoesqueletico 3° ed. Madrid, España: Marban Libros; 2000.
20. Grossman R, Yousem D. Neurorradiología 2° ed. Madrid, España: Marban Libros; 2007.
21. Vilanova P, Muñoz B, Moreno J. Angiografía por resonancia magnética: técnica y aplicaciones en el estudio de estenosis de carótida. Revista de la asociación Catalana de técnicos especialistas en imágenes para el diagnóstico [Internet] 2014 [fecha de acceso 21 de Octubre 2016]; 5(1): 24 – 31 disponible en: <http://www.elsevier.es/imagendiagnostica>.
22. Stark D, Bradley W. Resonancia Magnética Vol. 3. 3° ed. Madrid, España: Ediciones Harcourt; 2000.
23. Armario B, Esperanzi A, Pareto D, Mitjana R, Acosta A, Cañellas R. Relación entre la anatomía del polígono de Willis y asimetrías interhemisféricas del flujo sanguíneo cerebral: medido con RM de 3.0T y técnica de “arterial spin labeling”. Sociedad Española de Radiología Médica [internet] 2012 [fecha de acceso 21 de Octubre 2016]; disponible en: <http://www.seram.es/www.seram2012.com>.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### SOLICITUD

#### “Año de la consolidación del mar de Grau”

**SOLICITO**: Permiso para acceder a las historias clínicas de los pacientes atendidos en el Centro de diagnóstico por imágenes TOMONORTE.

Dra.

**Kcomt Correa Maria**

Director(a) médico del centro de diagnóstico por imágenes TOMONORTE.

Yo, **César Omar Ruiz Vera** estudiante de la escuela académico profesional de Tecnología Médica en el área de radiología de la Universidad Alas Peruanas filial Trujillo, solicito me permita acceder a las historias clínicas de los pacientes que se realizaron exámenes de Resonancia Magnética durante el periodo Enero – Diciembre 2016 para de esta manera poder realizar mi proyecto de investigación.

Sin otro particular me despedido de Ud. Sin antes brindarle mi sincero agradecimiento por acceder a mi solicitud.

Atentamente,

---

**César Omar Ruiz Vera**  
**D.N.I. 45204436**

**ANEXO 2**

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD E.A.P. DE TECNOLOGIA MEDICA									
VARIANTES ANATOMICAS DEL POLIGONO DE WILLIS MEDIANTE ANGIORRESONANCIA CEREBRAL EN EL AÑO 2016 EN PACIENTES ATENDIDOS EN EL CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES TOMONORTE									
<b>Nombre del Paciente:</b>									
<b>Edad:</b>	<b>Sexo:</b>	<b>M</b>		<b>F</b>		<b>Fecha:</b>			2016
Presenta variante del polígono de Willis				<b>SI</b>		<b>NO</b>			
VARIANTE	CLASIFICACION						Presenta		
							Der.	Izq.	
<b>Variaciones y anomalías de la Arteria carótida interna</b>	Persistencia dorsal de la arteria oftálmica								
<b>Variaciones y anomalías de Arteria cerebral anterior (ACA) y arteria comunicante anterior (ACoA)</b>	Duplicación de la arteria ACoA								
	Fenestración de la ACA y ACoA								
	Ausencia de la ACA								
	Hipoplasia del segmento A1 de la ACA								
	Ausencia del segmento A1 de la ACA								
	Duplicación distal del segmento A1 de la ACA								
	Fusión de los segmentos A2 de la ACP								
<b>Variaciones y anomalías de la arteria cerebral media (ACM)</b>	Duplicación de la ACM								
	ACM accesoria								
	Bifurcación precoz de la ACM								
	Fenestración de la ACM								
	Hipoplasia del segmento M2 ACM								
	Hipoplasia del segmento M3 ACM								
<b>Variaciones y anomalías de la arteria cerebral posterior (ACP) y arterias comunicante posterior (ACoP)</b>	Duplicación de ACP y ACoP								
	Rama de ACP que nace de la arteria coroidea								
	Ausencia o hipoplasia unilateral o bilateral del segmento. P1 de la arteria ACP (origen Fetal)								
	Ausencia del segmento P1 de la ACP								
	Hipoplasia del segmento P1 de la ACP								
	Ausencia de la ACoP								
	Hipoplasia de la ACP								

VARIANTE	CLASIFICACION	Presenta	
		Der.	Izq.
<b>Variaciones y anomalías de las arterias vertebrobasilares</b>	Fenestración de las arterias basilares		
	Duplicación de la arteria Basilar		
	Ausencia de la arteria Vertebral		
	Hipoplasia de la arteria Vertebral		
<b>Variaciones de las arterias cerebelosas</b>	Arteria Cerebelosa Anteroinferior (AICA) + Arteria Cerebelosa Posteroinferior (PICA) se fusionan y forman fenestración		
	Hipoplasias AICA/PICA		
	Duplicación de arteria Cerebelosa Superior (ACS)		
	Nacimiento de ACS del segmento proximal de la ACP, ambas forman un tronco común		
	Fenestración de ACS		
<b>Anastomosis carotideo vertebrales</b>	Arteria Proatlantal		
	Persistencia de Arteria Hipoglósica		
	Arteria Ótica Persistente		
	Arteria Trigeminal Persistente		

## ANEXO 3

### RECOLECCION DE DATOS

<b>VARIANTES ANATOMICAS DEL POLIGONO DE WILLIS MEDIANTE ANGIORRESONANCIA CEREBRAL EN PACIENTES ATENDIDOS EN EL CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMÁGENES TOMONORTE - 2016</b>			
VARIANTES	CLASIFICACION	DERECHA	IZQUIERDA
<b>Variaciones y anomalias de la arteria carotida interna</b>	persistencia dorsasl de la arteria oftalmica	<b>0</b>	
	Duplicacion de la ACoA	<b>0</b>	
<b>Variaciones y anomalias de la arteria cerebral anterior (ACA) y arteria comunicante anterior (ACoA)</b>	Fenestracion de la ACA y ACoA	<b>0</b>	
	Ausencia de la ACoA	<b>2</b>	
	Hipoplasia de segmento A1 de la ACA	<b>5</b>	<b>2</b>
	Ausencia del segmento A1 de la ACA	<b>4</b>	<b>3</b>
	Duplicaciondistal del segmento A1 de la ACA	<b>1</b>	<b>0</b>
	Fusion de los segmentos A2 de la ACA	<b>2</b>	
<b>Variaciones y anomalias de la arteria cerebral media (ACM)</b>	Duplicacion de la ACM	<b>0</b>	<b>0</b>
	ACM accesoria	<b>0</b>	<b>0</b>
	Bifurcacion precoz de la ACM	<b>0</b>	<b>0</b>
	Fenestracion de la ACM	<b>0</b>	<b>0</b>
	Hipoplasia del segmento M2 ACM	<b>0</b>	<b>0</b>
	Hipoplasia del segmento M3 ACM	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Variaciones y anomalias de la arteria cerebral posterior (ACP) y arterias comunicantes posteriores (ACoP)</b>	Duplicacion de ACP y ACoP	<b>0</b>	<b>0</b>
	Rama de ACP que nace de la arteria coroidea	<b>0</b>	<b>0</b>
	Ausencia o hipoplasia unilateral o bilateral del seg. P1 de la ACP (origen Fetal)	<b>0</b>	
	Ausencia del segmento P1 de la ACP	<b>0</b>	<b>0</b>
	Hipoplasia del segmento P1 de la ACP	<b>0</b>	<b>3</b>
	Ausencia de la ACoP	<b>37</b>	<b>24</b>
	Ausencia de la ACP	<b>0</b>	<b>0</b>
	Hipoplasia de la ACP	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Variaciones y anomalias de las arterias vertebrobasilares</b>	Fenestracion de las arterias basilares	<b>0</b>	<b>0</b>
	Duplicacion de la arteria basilar	<b>0</b>	<b>0</b>
	Ausencia de la arteria basilar	<b>2</b>	<b>5</b>
	Hipoplasia de la rteria vertebral	<b>10</b>	<b>4</b>
<b>Variaciones de las arterias cerebelosa</b>	Arteria Cerebelosa Anteroinferior (AICA) + Arteria Cerebelosa Posteroinferior (PICA) se fusionan y forman fenestracion	<b>0</b>	<b>0</b>
	Hipoplasia AICA/PICA	<b>0</b>	<b>0</b>
	Duplicacion de la Arteria Cerebelosa superior (ACS)	<b>0</b>	<b>0</b>
	Nacimiento de ACS del segmento proximalde la ACP, ambas forman un tronco	<b>0</b>	<b>0</b>
	Fenestracion de ACS	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>Anastomosis Carotideo Vertebrales</b>	Arteria Proatlantal	<b>0</b>
Persistencia de arteria hipoglósica		<b>0</b>	<b>0</b>
Arteria ótica persistente		<b>0</b>	<b>0</b>
Arteria trigeminal persistente		<b>0</b>	<b>0</b>